

⑩ 日本国特許庁(JP) ⑪ 特許出願公開  
⑫ 公開特許公報(A) 昭63-131839

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>  
F 02 D 15/04  
F 02 F 3/00

識別記号 庁内整理番号  
6718-3G  
F-7137-3G

⑭ 公開 昭和63年(1988)6月3日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑮ 発明の名称 内燃機関用ピストン

⑯ 特 願 昭61-277670

⑰ 出 願 昭61(1986)11月19日

⑱ 発 明 者 山 崎 秀 雄 大阪府大阪市北区茶屋町1番32号 ヤンマーディーゼル株  
式会社内

⑲ 出 願 人 ヤンマーディーゼル株 大阪府大阪市北区茶屋町1番32号  
式会社

⑳ 代 理 人 弁理士 大 浜 博

明 細 書

1. 発明の名称

内燃機関用ピストン

2. 特許請求の範囲

1. シリンダ内壁面(37)内に摺接嵌合可能な外周面(2a)を有するとともにその内周面(2b)側をピストン嵌合穴(35)としたピストン本体(2)の上記ピストン嵌合穴(35)内に、ピストンピン(8)を介して連接棒(7)に連結された内部ピストン(3)を軸方向に相対滑動可能に嵌挿し、上記ピストン本体(2)の頂部(2c)の内面(2e)と上記内部ピストン(3)の頂部(3b)の外周面(3e)との間に形成される油室(30)内に導入される作動油の圧力により上記ピストン本体(2)と内部ピストン(3)とを適宜に軸方向に相対変位させて上記ピストン本体(2)の頂面(2d)と上記ピストンピン(8)の中心との間のシリンダ軸方向距離を可変とした内燃機関用ピストンであって、上記ピストン本体(2)の上記ピストン嵌合穴(35)の上部に、円形の頂

壁(41)と該頂壁(41)の周囲に連続する周壁(42)とを有する略有底筒状体よりなる油室形成部材(4)をその頂壁(41)を上記ピストン本体(2)の頂部(2c)側に向けた状態で嵌挿固定する一方、該油室形成部材(4)の内周面(4a)内に上記内部ピストン(3)の頂部(3b)を滑動自在に嵌挿し該油室形成部材(4)により上記ピストン本体(2)の頂部(2c)の内面(2e)と上記内部ピストン(3)の頂部(3b)の外周面(3e)との間に形成される上記油室(30)を、上記油室形成部材(4)の頂壁内面(41a)と上記内部ピストン(3)の頂部外周面(3e)の間に形成される上部油室(31)と上記ピストン本体(2)の頂部内面(2e)と上記油室形成部材(4)の頂壁外周面(41b)との間に形成されるピストンクラウン油室(33)とに区画し、上記上部油室(31)内に導入される作動油の圧力でもって上記ピストン本体(2)と上記内部ピストン(3)との軸方向距離を変化させるようにするとともに、上記上部油室(31)から排出される作動油を上記ピストンクラウン油室(33)を通してピストン外部へ排

出するようにし、さらに上記内部ピストン(3)と上記油室形成部材(4)との最接近状態においては上記上部油室(31)の容積が可及的に零に近づくように上記内部ピストン(3)と上記油室形成部材(4)の形状・寸法を相対的に設定したことを特徴とする内燃機関用ピストン。

### 3. 発明の詳細な説明

#### (産業上の利用分野)

本発明は内燃機関用ピストンに関するものである。

#### (従来技術)

従来よりディーゼル機関においては、低負荷運転時には、燃焼圧が高負荷運転時よりも低いところから混合気の燃焼性が悪化し排気中に黒煙あるいは青白煙が発生し易く、また一方、高負荷運転時には、燃焼圧が高いところから筒内最高圧が高くなり、例えばクランク軸あるいは軸受メタル等の燃焼圧負荷部分に過大な強度的負担をかけるおそれがある等、燃焼圧に関連して相反する問題があった。

いる)。

一方、ピストンは、その軽量化を図ってエンジンの燃費効率を向上させるという観点から、一般にピストン本体の頂部内面側は大きく肉が盛まれて空洞部とされており、しかもこの空洞部は凹凸のあるいびつな形状とされている。一方、このピストン本体の頂部内面に近接対向する内部ピストンの頂部上面は、成形性との関係から通常平坦面に形成される。従って、上記公知例の如くピストン本体の頂部内面と内部ピストンの頂部上面との間に直接的に油室を形成したものにあつては、該油室が凹凸のあるいびつな形状となり、両者が最大限近接した状態(即ち、低圧縮比状態)においても両者間に比較的大きなボリュームをもつ油室が存在することになる。

このように、ピストン本体の頂部内面と内部ピストンの頂部上面との最接近状態においてなおかつ油室が比較的大きなボリュームを有する構造であると、作動油から分離して油室の上部に溜った空気をピストン外部へ排出することが比較的困難

このような低負荷運転時における問題と高負荷運転時における問題とを同時に解決するひとつの方法として、従来より圧縮比可変式のピストン(例えば、特公昭51-18006号公報参照)を用いて、低負荷運転時には高圧縮比でエンジンの運転を行なって燃焼圧を高めに設定して燃焼性の改善を図る一方、高負荷運転時には低圧縮比でエンジンの運転を行なって筒内最高圧を抑制する方法が知られている。

ところで、一般に圧縮比可変式のピストンは、例えば上記公知例を例にとつて説明すれば、シリンダ内壁面に摺動自在に嵌挿されるピストン本体の内部に、内部ピストンを相対摺動可能に嵌挿し、上記ピストン本体の頂部内面と上記内部ピストンの頂部上面との間に形成される油室内への作動油の導出入により両者の軸方向相対位置を変化させ、これによりピストン頂面とピストンピン中心との間の間隔を可変とるようにしている(即ち、ピストン本体の頂部内面と内部ピストンの頂部上面とが直接対向して両者間に油室を形成して

となり、その結果、この油室上部に溜った空気のために油室内の作動油の圧力上昇が阻害され、またこの空気の滞留量に応じて上記作動油の圧力値自体が変動し、エンジンの圧縮比調整特性が不安定となり、所期の目的を十分に達成することが困難になるというおそれがあった。

#### (発明の目的)

本発明は上記従来技術の項で指摘した問題点を解決しようとするもので、シリンダ内壁面に摺接嵌合可能なピストン本体の内側に、該ピストン本体の内周面に沿って摺接可能にされるとともにピストンピンを介して連接棒に連結された内部ピストンを嵌挿し、上記ピストン本体の頂部内面と内部ピストンの頂部上面との間に形成される油室内に導入される作動油の圧力に応じて該ピストン本体の頂面とピストンピンの中心位置との間の距離を変化させ得るようにした内燃機関用ピストンにおいて、簡単な構成により、圧縮比調整特性の安定化とエンジンの熱効率の向上を図り得るようにすることを目的としてなされたものである。

## (目的を達成するための手段)

本発明は上記の目的を達成するための手段として、シリンダ内壁面内に摺接嵌合可能な外周面を有するとともにその内周面側をピストン嵌合穴としたピストン本体の上記ピストン嵌合穴内に、ピストンピンを介して連接棒に連結された内部ピストンを軸方向に相対移動可能に嵌挿し、上記ピストン本体の頂部の内面と上記内部ピストンの頂部の外面との間に形成される油室内に導入される作動油の圧力により上記ピストン本体と内部ピストンとを連直に軸方向に相対変位させて上記ピストン本体の頂面と上記ピストンピンの中心との間のシリンダ軸方向距離を可変とした内燃機関用ピストンにおいて、上記ピストン本体の上記ピストン嵌合穴の上部に、円形の頂壁と該頂壁の周囲に連続する周壁とを有する略有底筒状体よりなる油室形成部材をその頂壁を上記ピストン本体の頂部側に向けた状態で嵌挿固定する一方、該油室形成部材の内周面内に上記内部ピストンの頂部を摺動自在に嵌挿し該油室形成部材により上記ピストン本

り圧縮比可変操作が行なわれしかもこの内部ピストンと油室形成部材との最接近状態においては上記上部油室の容積が可及的に零になるように構成されているため、該上部油室内に溜った空気が容易に該上部油室からピストン外へ排出され、該上部油室内に導入された作動油の圧力上昇が確実ならしめられる、

(2) 上部油室から排出される作動油をピストンクラウン油室を通してピストン外部へ排出させるようにしているため、上部油室内に作動油が充填・封入される低負荷運転領域においては該ピストンクラウン油室側にはピストン冷却油としても機能する作動油が存在せず冷却の必要性の少ない低負荷運転領域におけるピストンの過冷却が未然に防止される、等の作用が得られる。

## (実施例)

以下、第1図ないし第3図を参照して本発明の好適な実施例を説明する。

## (構成)

体の頂部の内面と上記内部ピストンの頂部の外面との間に形成される上記油室を、上記油室形成部材の頂壁内面と上記内部ピストンの頂部外面の間に形成される上部油室と上記ピストン本体の頂部内面と上記油室形成部材の頂壁外面との間に形成されるピストンクラウン油室とに区画し、上記上部油室内に導入される作動油の圧力でもって上記ピストン本体と上記内部ピストンとの軸方向距離を変化させるようにするとともに、上記上部油室から排出される作動油を上記ピストンクラウン油室を通してピストン外部へ排出するようにし、さらに上記内部ピストンと上記油室形成部材との最接近状態においては上記上部油室の容積が可及的に零に近づくように上記内部ピストンと上記油室形成部材の形状・寸法を相対的に設定したものである。

## (作用)

本発明では上記の手段により、

(1) 内部ピストンと油室形成部材との間に形成される上部油室内に導入される作動油の圧力によ

第1図及び第2図には本発明の実施例に係る4サイクルディーゼル機関用のピストン1が示されている。このピストン1は、大略して、シリンダ内壁面37に摺接嵌合する略有底筒状のピストン本体2と、該ピストン本体2内に摺接可能に嵌合された同じく略有底筒状の内部ピストン3と、上記ピストン本体2の頂部2cの内側部分に嵌装固定された上部油室形成部材4と、該ピストン本体2の下端口縁部2fに嵌装固定された下部油室形成部材5とを有している。

ピストン本体2は、上述のように頂壁51と周壁52を有する略有底筒状に一体形成されており、該周壁52の外周面52a(即ち、ピストン本体2の外周面2a)をシリンダ内壁面37に近接対向させた状態でシリンダ36内に嵌挿される。このピストン本体2は、その外周面2a上に4本のピストンリング45, 45・・を取付ける一方、その頂壁51の上面、即ちピストン本体2の頂面2dには該頂面2dの略中央部に開口する凹部47を形成している。また、このピストン本体2の内部

は、上記周壁52の上部に位置する小径の油室形成部材嵌合穴34と、該油室形成部材嵌合穴34より下部に位置する大径のピストン嵌合穴35と、上記頂壁51の内面、即ちピストン本体2の頂部2eの内面2eの三番で圍繞される空所とされており、この空所内に後述する内部ピストン3が嵌合せしめられる。尚、このピストン本体2の頂部内面2eは、上記凹部47に沿った凹凸面とされている。

また、ピストン本体2の上記油室形成部材嵌合穴34部分には、平滑円板状の頂壁41とこれに連続する周壁42とを有する円形浅皿状の上部油室形成部材4が、その頂壁41を上記ピストン本体2の頂部内面2e側に向けた状態で圧入固定されており、該頂壁41の外周面41bと上記ピストン本体2の頂部内面2eの間にはいびつな形状を有するピストンクラウン油室33が形成されている。また、この上部油室形成部材4の周壁42の中心を挟んで対向する2位置には、それぞれ該周壁42を上下方向に跨って上流側油溝25、25

と連通溝7に結合された状態で、しかもその第1外周面55及び上記スリーブ8を上記上部油室形成部材4の内周面4aに、その第2外周面56を上記ピストン本体2のピストン嵌合穴35に、またその第3外周面57を上記ピストン本体2の下端口縁部2fに横着固定した下部油室形成部材5の内周面5aに、それぞれ摺接嵌合させた状態で上記ピストン本体2の内部に嵌装されている。この内部ピストン3のピストン本体2側への嵌装状態においては、該内部ピストン3は上記上部油室形成部材4の頂壁内面41aと上記下部油室形成部材5の端面5bとの間で軸方向にストロークSだけ滑動変位し得ようになっている。そして、第1図に示す如く内部ピストン3の下端面3dが下部油室形成部材5の端面5bと当接した第1の状態においては、上記上部油室形成部材4の頂壁内面41aと上記内部ピストン3の頂部上面3eとの間に上部油室31が形成される。尚、この実施例においては、この上部油室31と上記ピストンクラウン油室33とで特許請求の範囲中の油室が

・・と下流側油溝26、26・・が形成されており、該上部油室形成部材4をピストン本体2の油室形成部材嵌合穴34内に固定した状態においては、上記ピストンクラウン油室33はこれら各油溝25、25・・、26、26・・を介して該周壁42の下端側に連通せしめられている。

内部ピストン3は、頂壁53と周壁54を有する略有底筒体で一体形成されており、その外周面3aは、該内部ピストン3の頂部3bに位置し上記上部油室形成部材4の内周面4aに摺接嵌合可能な径寸法を有する第1外周面55と、該内部ピストン3の軸方向中段部に位置し上記ピストン本体2のピストン嵌合穴35に摺接嵌合可能な径寸法を有する第2外周面56と、該内部ピストン3の軸方向下端部に位置し上記第2外周面56よりも適宜寸法だけ小径の第3外周面57の三つの部分で構成されている。また、この内部ピストン3の第1外周面55の第2外周面56寄り端部には、C形状のスリーブ8が圧入固定されている。

この内部ピストン3は、ピストンピン8を介し

構成されている。

また、第2図に示す如くスリーブ8の上面8aと上部油室形成部材4の周壁42の下端面42aとが当接した第2の状態においては、上記下部油室形成部材5の端面5bと内部ピストン3の下端面3dの間に下部油室32が形成されると同時に上記上部油室31の容積がほぼ零とされる。

また、内部ピストン3の頂壁53の略中央部分には、内側に向って開口する油溜室17が形成されている。この油溜室17内には、その中央部に貫通穴81を形成した油口部材20がスプリング10によって外方へ突出する方向に付勢された状態で嵌装されている。この油口部材20の下端面20aは、上記連通溝7の小端部外周面62に摺動可能に押圧当接されており、これにより両者間のシール性が確保されている。この油溜室17は、油口部材20の貫通穴81を介して連通溝7内に形成した送油通路18に連通せしめられている。この送油通路18には、オイルポンプ(図示省略)から所定圧の作動油が供給される。

さらに、上記油室17は、輸油路19に設けた第1の作動油吸入弁12と第2の作動油吸入弁13を介してそれぞれ上記上部油室31と下部油室32に連通されており、上記送油通路18を運って供給される作動油は、油室17から第1の作動油吸入弁12あるいは第2の作動油吸入弁13を経て上部油室31あるいは下部油室32にそれぞれ導入可能とされている。

また、上記内部ピストン3の頂部3bには、その上面3cと上記第1外面55とに跨って油排出口23が形成されている。この油排出口23には、上部油室31内の作動油圧力がある設定値に達した時点において開弁する作動油排出弁11が設けられている。従って、上部油室31は、その内部の作動油圧力が低い時には作動油排出弁11が閉じられているため密閉室とされ該上部油室31内の作動油は該上部油室31内に封入されるが、作動油圧力が上記設定値を越えると油室形成部材嵌合穴34が開弁するため、該上部油室31内の作動油は該油排出口23から上記上部油室形成部

材4の上流側油溝25, 26・・を介して上記ピストンクラウン油室33側に導入されることになる。尚、上記上部油室形成部材4の下流側油溝26, 26・・は、ピストン本体2と内部ピストン3との間に形成された環状空室48に連通し、さらにこの環状空室48から内部ピストン3に形成した油回収口28を介して内部ピストン3の内部側に開口されている。従って、ピストンクラウン油室33内に導入された作動油は、下流側油溝26, 26・・から環状空室48に流入し、さらに油回収口28を運ってクランク室(図示省略)側に流下することになる。

また、上記下部油室32は、内部ピストン3側に設けた小径の油排出口29を介してクランク室側に常時開口されている。

#### (作動並びにその作動)

機関運転中、ピストン1のピストン本体2には、該ピストン1の往復動に伴う慣性力と燃焼室内圧とが作用し、この両者の方向と大きさにより機関圧縮比が可変とされる。

即ち、機関行程のうち、吸入及び排気行程中は、該ピストン本体2を下方に押し下げる如くピストン1の頂面上、即ち、ピストン本体2の頂面2dに作用する燃焼室内圧よりも、ピストン1の往復動に伴って該ピストン本体2を上死点付近において上方に押し上げる如く作用する慣性力の方が大きく、このためピストン本体2は内部ピストン3に対して上方に相対移動し、上部油室31内の圧力は低くなり、下部油室32内の圧力は高くなる。従って、上部油室31内には第1の作動油吸入弁12を介して作動油が導入充填されるが、下部油室32内の作動油は油排出口29を運って外部へ排出され、結果的にピストン1は第1図に示す如く上部油室31内に充填された作動油の圧力によりピストン本体2の頂面2dとピストンピン8の中心線との間隔が最大となる第1の状態に設定される。尚、この状態は、機関の負荷状態にかかわらず同一である。

一方、圧縮及び爆発行程においては、燃焼室内圧がピストン1の往復動に伴う上向きの慣性力よ

りも大きくなるため、ピストン本体2が内部ピストン3側に押圧される状態となり、上部油室31内の作動油圧力が上昇する。この場合、作動油排出弁11の開弁圧よりも作動油圧力が低い運転領域、即ち、燃焼ガス圧力が比較的低い低負荷運転領域においては、上部油室31内に作動油が封入された状態が維持され、ピストン1は第1の状態のまま作動する。従って、機関は高圧縮比運転される。

一方、作動油排出弁11の開弁圧よりも作動油の圧力が高い運転領域、即ち、燃焼ガス圧力が比較的高い高負荷運転領域においては、作動油排出弁11が開弁し、上部油室31内の作動油の一部が、油排出口23から上記ピストンクラウン油室33を運って環状空室48に至る経路と油排出口23からスリーブ6と上部油室形成部材4の周壁42の下端面42aとの間に形成される環状の油通路24(第1図参照)を運って環状空室48に至る経路の両方からそれぞれ油回収口28側に流出し、該油回収口28を運ってクランク室側に流下

せしめられる。従って、作動油の流出分だけピストン本体2と内部ピストン3とが接近すると同時に、拡大形成される下部油室32内に作動油が充填される。この結果、機関圧縮比は、上記低負荷運転時よりも低めに設定されることとなる。

また、この上部油室31からの作動油の排出、即ち、圧縮比調整作用は、該上部油室31内の圧力が作動油排出弁11の設定圧に合致した時点で停止されるものであり、第2図に示す如くピストン1が第2の状態になった時(即ち、上部油室31の容積がほぼ零に近い状態となった時)最小圧縮比が実現される。

即ち、この実施例の構成によれば、機関負荷に応じて自動的に圧縮比が変更設定され、高負荷運転領域においては低圧縮比とすることにより筒内最高圧の低下が実現され、また低負荷運転領域においては高圧縮比とすることにより燃焼性が改善されるものである。

さらに、低負荷運転領域即ち、ピストン冷却の要求が比較的少ない運転領域においては、ピスト

ン油室形成部材4がピストン本体2と別部材とされているため)、ピストン本体2及び内部ピストン3を通常の材料としたままで例えば、この上部油室形成部材4のみを耐摩耗性に優れた材質で形成して内部ピストン3との摺動部分の耐久性を高めるとか、あるいは上部油室形成部材4の表面に表面処理をして摺動部のシール性の向上を図ることも可能であるという利点がある。

#### (発明の効果)

本発明は、シリンダ内壁面内に摺接嵌合可能な外周面を有するとともにその内周面側をピストン嵌合穴としたピストン本体の上記ピストン嵌合穴内に、ピストンピンを介して連接棒に連結された内部ピストンを軸方向に相対摺動可能に嵌挿し、上記ピストン本体の頂部の内面と上記内部ピストンの頂部の外面との間に形成される油室内に導入される作動油の圧力により上記ピストン本体と内部ピストンとを適宜に軸方向に相対変位させて上記ピストン本体の頂面と上記ピストンピンの中心との間のシリンダ軸方向距離を可変とした内燃機

ン本体2の頂面2dに近接して設けられるピストンクラウン油室38内に作動油が存在しないため、作動油によるピストン冷却がなく、ピストンの過冷却が未然に防止され、より高水準の燃焼性が得られることになる。

また、ピストン1の第2の状態においては上部油室形成部材4の頂壁41の内面41aと内部ピストン3の頂面3cとが可及的に接近し上部油室31の容積が零に近くなるように上部油室形成部材4と内部ピストン3の形状を設定しているため、第1状態において上部油室31内に例え空気が溜っても、この空気はピストン1が第2の状態になったとき該上部油室31から容易に且つほぼ完全に排出されることになる。従って、上部油室31内の作動油の圧力上昇が確実に実現され、ピストン1の圧縮比調整特性の安定化が促進される。

さらに、ピストン本体2内に上部油室形成部材4を嵌装固定し、この上部油室形成部材4の内周面4a内に内部ピストン3の頂部3bを摺動自在に嵌挿するようにしているため(換言すれば、上部

機関ピストンにおいて、上記ピストン本体の上記ピストン嵌合穴の上部に、円形の頂壁と該頂壁の周囲に連続する周壁とを有する略穹窿状体よりなる油室形成部材をその頂壁を上記ピストン本体の頂部側に向けた状態で嵌挿固定する一方、該油室形成部材の内周面内に上記内部ピストンの頂部を摺動自在に嵌挿し該油室形成部材により上記ピストン本体の頂部の内面と上記内部ピストンの頂部の外面との間に形成される上記油室を、上記油室形成部材の頂壁内面と上記内部ピストンの頂部外面の間に形成される上部油室と上記ピストン本体の頂部内面と上記油室形成部材の頂部外面との間に形成されるピストンクラウン油室とに区画し、上記上部油室内に導入される作動油の圧力でもって上記ピストン本体と上記内部ピストンとの軸方向距離を変化させるようにするとともに、上記上部油室から排出される作動油を上記ピストンクラウン油室を通してピストン外部へ排出されるようにし、さらに上記内部ピストンと上記油室形成部材との最接近状態においては上記上部油室の容積

が可及的に零に近づくように上記内部ピストンと上記油室形成部材の形状・寸法を相対的に設定したことを特徴とするものである。

従って、本発明の内燃機関用ピストンにおいては、

(1) 内部ピストンと油室形成部材との間に形成される上部油室内に導入される作動油の圧力により圧縮比可変操作が行なわれしかもこの内部ピストンと油室形成部材との最接近状態においては上記上部油室の容積が可及的に零になるように構成されているため、該上部油室内に溜った空気が容易に該上部油室からピストン外に排出され、該上部油室内に導入された作動油の圧力上昇が確實ならしめられるところから、ピストン本体と内部ピストンとの相対変位が確實となりピストンの圧縮比調整特性が安定する、

(2) 上部油室から排出される作動油をピストンクラウン油室を通してピストン外部へ排出させるようにしているため、上部油室内に作動油が充填・封入される低負荷運転領域においては該ピスト

ンクラウン油室側にはピストン冷却油としても機能する作動油が存在せず冷却の必要性の少ない低負荷運転領域におけるピストンの過冷却が未然に防止され、エンジンの燃焼効率が向上する、等の効果を得られることになる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例に係る内燃機関用ピストンの縦断面図、第2図は第1図の状態変化図、第3図は第1図に示した内燃機関用ピストンの分解斜視図である。

- 1 . . . . .ピストン
- 2 . . . . .ピストン本体
- 3 . . . . .内部ピストン
- 4, 5 . . . . .油室形成部材
- 6 . . . . .スリーブ
- 7 . . . . .連接棒
- 8 . . . . .ピストンピン
- 11 . . . . .作動油排出弁
- 12, 13 . . . . .作動油吸入弁
- 17 . . . . .油溜室

23 . . . . .油排出口

25, 26 . . . . .油溝

30 . . . . .油室

31 . . . . .上部油室

32 . . . . .下部油室

33 . . . . .ピストンクラウン油室

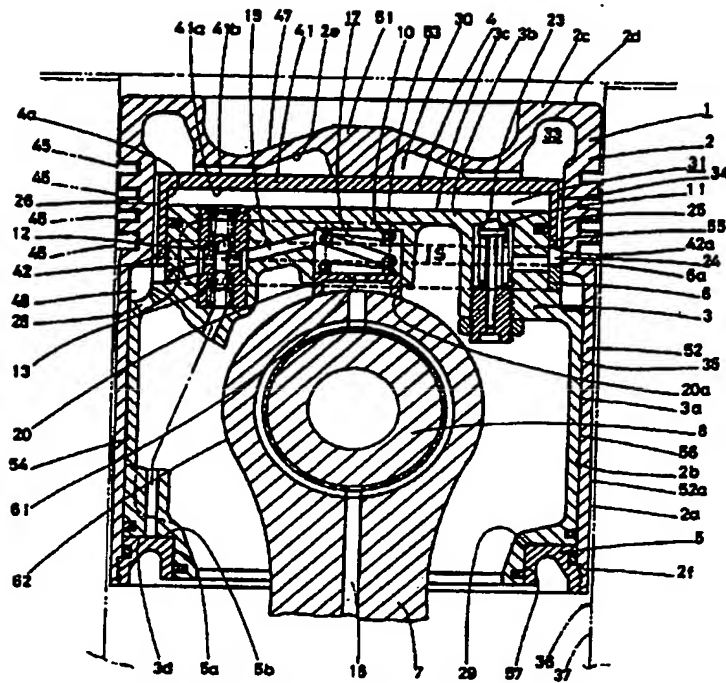
36 . . . . .シリンダ

37 . . . . .シリンダ内腔面

出 願 人 ヤンマーディーゼル株式会社

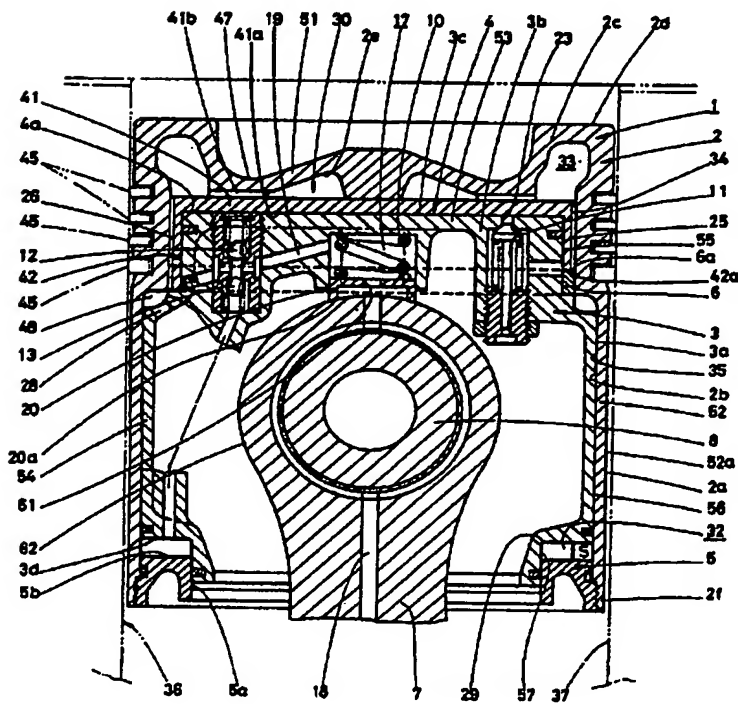
代 理 人 弁理士 大 浜 博



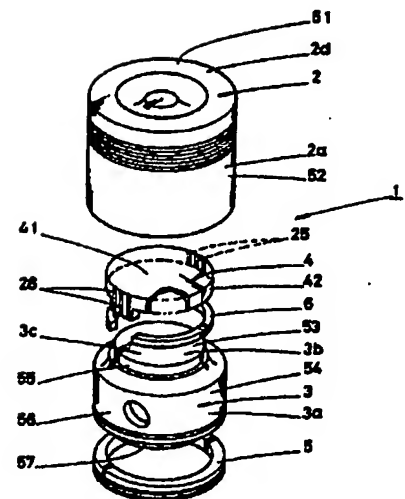


- 1 : ピストン
- 2 : ピストン本体
- 3 : 内部ピストン
- 4, 5 : 活塞環成部材
- 6 : スリーブ
- 7 : 連結棒
- 8 : ピストンピン
- 11 : 作動油排出弁
- 12, 13 : 作動油吸入弁
- 17 : 油環溝
- 23 : 油環出口
- 25, 26 : 油環
- 30 : 油環
- 31 : 上部油環
- 32 : 下部油環
- 33 : ピストンクラウン油環
- 36 : シリンダ
- 37 : シリンダ内面

第 1 図



第 2 図



第 3 図